

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 379 801

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 77 03039

(54) Détecteur opticoélectronique du profil d'un objet.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). G 01 B 11/24.

(22) Date de dépôt 3 février 1977, à 15 h 35 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 35 du 1-9-1978.

(71) Déposant : INSTITUT SUPERIEUR DES MATERIAUX ET DE LA CONSTRUCTION
MECANIQUE, résidant en France.

(72) Invention de : Georges Grillon, Henri Gerber et Vesselin Vitscheff.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jacques Peuscet, Conseil en brevets, 3, square de Maubeuge, 75009 Paris.

2379801

On sait qu'il est souvent nécessaire industriellement de repérer le positionnement de pièces travaillées automatiquement, afin que le travail puisse s'effectuer de façon convenable sur la pièce. C'est le cas, en particulier, pour de nombreuses opérations d'usinage, d'estampage ou de forgeage. On a déjà proposé des dispositifs permettant de repérer la position de pièces mais ces dispositifs sont, en général, très coûteux et complexes. Par ailleurs, dans le cas où l'on effectue un usinage sur une pièce, il est souvent utile de pouvoir contrôler la forme de la pièce en cours d'usinage en la comparant à une forme de référence. Ces deux problèmes peuvent être résolus au moyen d'un même dispositif permettant d'appréhender le profil d'un objet : en effet, la comparaison d'un ou plusieurs profils à des profils de référence permet de contrôler la forme de l'objet si celui-ci a une position donnée et une forme évolutive, comme c'est le cas en cours d'usinage ; si au contraire l'objet a une forme donnée et une position à repérer sur un plan-support, la connaissance de deux profils permet de déterminer la position de l'objet.

La présente invention a donc pour but de proposer un détecteur de profil de conception simple et de réalisation peu onéreuse.

La présente invention a pour objet le produit industriel nouveau que constitue un détecteur de profil opticoélectronique, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- a) un émetteur de faisceau lumineux ;
- b) un dispositif optique permettant de conformer le faisceau lumineux pour obtenir une image en forme de fente lumineuse au voisinage de l'objet opaque à examiner, ladite fente ayant une hauteur supérieure à la hauteur maximum de l'objet dans le sens de la grande longueur de la fente ;
- c) un dispositif de déplacement de la fente lumineuse, sensiblement parallèlement à un plan perpendiculaire à la grande dimension de la fente dans tout le champ occupé par l'objet à examiner, ce dispositif de déplacement permettant un repérage de la position du faisceau dans le champ balayé ;
- d) un photodétecteur récepteur du flux lumineux subsistant dans le faisceau au delà de l'objet par rapport à l'émetteur ;
- e) un étage de traitement électronique des indications fournies par le photodétecteur, cet étage alimentant un dispositif d'exploitation des signaux obtenus.

Dans une première variante de réalisation, le photodétecteur-récepteur du détecteur de profil selon l'invention est disposé sur le trajet du faisceau lumineux du côté de l'objet où ne se trouve pas l'émetteur ; dans une autre variante, le photodétecteur-récepteur est disposé sur le trajet du faisceau lumineux du même côté de l'objet que l'émetteur, un moyen réfléchissant étant disposé du côté de l'objet, où ne se trouve pas l'émetteur, de façon à renvoyer en direction de l'émetteur le flux lumineux fourni dans la fente lumineuse et transmis au delà de l'objet à examiner.

On voit que, pour chaque position de la fente lumineuse sur l'objet opaque à examiner, la partie du faisceau qui tombe sur l'objet n'est pas prise en compte par le photodétecteur-récepteur. En d'autres termes, le photodétecteur-récepteur fournira une tension, qui sera inversement proportionnelle à la hauteur du profil de l'objet dans le plan moyen de la fente lumineuse. En assurant par un moyen quelconque le balayage de tout le champ occupé par l'objet, on peut donc ainsi obtenir une image du profil dudit objet correspondant à un point de vue déterminé. Si le balayage du champ occupé par l'objet s'effectue par rotation du faisceau autour d'un axe sensiblement parallèle à la ligne moyenne de la fente lumineuse, l'image obtenue est celle du profil de l'objet vu à partir d'un point dudit axe de rotation, situé approximativement au niveau d'un plan moyen de l'objet qui serait parallèle au plan-support. Si le déplacement du faisceau, pour le balayage du champ de l'objet, s'effectue parallèlement à une direction ou si l'axe de rotation du faisceau est suffisamment éloigné de l'objet, l'image obtenue correspond au profil cylindrique de l'objet dans une direction perpendiculaire à la direction de déplacement du faisceau et parallèle au plan-support de l'objet.

L'étage de traitement électronique des indications fournies par le photodétecteur-récepteur, peut comporter un étage d'amplification associé à un convertisseur analogique-numérique de sorte que les indications fournies par le photorécepteur sont transformées pour donner un signal dont l'amplitude, pour chaque position du faisceau, est une fonction linéaire de la hauteur du profil de l'objet.

Dans un mode préféré de réalisation du détecteur de profil selon l'invention, le moyen réfléchissant que l'on peut utiliser pour renvoyer le faisceau en direction de l'émetteur, est un

miroir ou un cataphote ; ce moyen réfléchissant s'étend dans un champ plus grand que celui occupé par l'objet vu à partir de l'émetteur. Les bords du moyen réfléchissant peuvent constituer des références de positionnement pour repérer la position du faisceau. On peut avantageusement prévoir que le dispositif de déplacement de la fente lumineuse soit constitué d'un miroir tournant autour d'un axe ; dans le cas où l'objet à examiner est placé sur un plan-support, l'axe est de préférence perpendiculaire au plan-support de l'objet. Le dispositif d'exploitation alimenté par l'étage de traitement électronique peut être un restituteur graphique permettant de représenter visuellement le profil de l'objet ; il peut être également constitué d'un ensemble de mémoires destiné au stockage de valeurs numériques proportionnelles au flux lumineux reçu par le photorécepteur, ces valeurs étant chacune associée à la valeur d'un paramètre de repérage de la position du faisceau lumineux. Le faisceau lumineux peut être ou non monochromatique ; la lumière émise peut avoir une fréquence moyenne située dans le spectre visible, dans l'infrarouge ou dans l'ultraviolet ; la lumière émise peut être ou non modulée ; pour éviter l'influence des radiations extérieures, il peut être avantageux d'utiliser un faisceau lumineux constitué d'une lumière visible modulée.

La présente invention a également pour objet, deux utilisations particulières du détecteur de profil ci-dessus défini.

Dans une première utilisation, le détecteur de profil permet le repérage de position sur un plan-support d'un objet de forme déterminée ; dans ce type d'utilisation, on stocke en mémoire, dans un calculateur approprié, les caractéristiques des images des profils correspondant aux diverses positions possibles de l'objet à examiner et obtenues avec le détecteur selon l'invention pour deux positions prédéterminées de l'émetteur de faisceau par rapport au plan-support de l'objet à examiner, ces deux positions prédéterminées de l'émetteur pouvant avantageusement définir un angle dièdre sensiblement droit ayant comme arête la droite passant par le centre de gravité de l'objet et perpendiculaire au plan-support ; on compare ensuite les deux images de profil obtenues pour une position indéterminée de l'objet à partir des deux mêmes positions du détecteur, aux images de profil stockées en mémoire et correspondant à des positions prédéterminées de l'objet ; et on en déduit la position de l'objet sur son plan-support.

Dans un deuxième mode d'utilisation du détecteur selon l'invention, on contrôle la forme d'un objet ayant une position donnée sur son plan-support en comparant cet objet à un objet de référence. Dans ce cas, on stocke en mémoire, dans un calculateur
5 approprié, les caractéristiques de l'image d'au moins un profil de l'objet de référence obtenu avec un détecteur selon l'invention; puis on compare aux caractéristiques mémorisées les caractéristiques de l'image d'au moins un profil de l'objet à examiner obtenu avec le détecteur selon l'invention pour une même position de
10 l'émetteur ; et on en déduit les écarts de forme existant entre l'objet à examiner et l'objet de référence.

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant, à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, quelques modes de réalisation schématiquement
15 représentés sur le dessin annexé.

Sur ce dessin :

- la figure 1 représente schématiquement le principe d'une première variante de réalisation du détecteur selon l'invention ;
20 - la figure 2 représente schématiquement le principe d'une deuxième variante de réalisation du détecteur selon l'invention ;

- la figure 3 représente schématiquement une réalisation d'un détecteur selon la deuxième variante :

25 - les figures 4a et 4b représentent respectivement le profil réel d'une bille posée sur un plan et l'image que l'on en obtient avec un détecteur selon l'invention ;

- les figures 5a et 5b représentent respectivement le profil d'une pièce de révolution usinée sur un tour et l'image
30 que l'on en obtient avec le détecteur selon l'invention.

En se référant à la figure 1, on voit que dans la première variante de réalisation du détecteur selon l'invention, l'émetteur 1 du faisceau lumineux envoie un faisceau lumineux 2, conformé de façon à donner, sensiblement sur l'objet 3, une image
35 formant une fente lumineuse 4, ayant une hauteur supérieure à la hauteur maximum du profil de l'objet. En vis-à-vis de l'émetteur 1, se trouve un photorécepteur 5, qui fournit un signal proportionnel au flux lumineux qu'il reçoit. Pour balayer la totalité du champ occupé par l'objet 3 sur son plan-support 6, on fait subir simulta-
40 nément à l'émetteur 1 et au photorécepteur 5, un mouvement de bala-

yage symbolisé respectivement par les flèches F1 et F2.

La figure 2 représente une deuxième variante de réalisation du détecteur selon l'invention. Dans cette variante, l'émetteur 1 envoie toujours, sur l'objet 3, un faisceau lumineux 2 conformé de façon que l'obtienne, sensiblement sur l'objet 3, une fente lumineuse 4 de hauteur supérieure à la hauteur maximum du profil de l'objet au dessus du plan-support 6. La partie du faisceau 2, qui n'est pas arrêtée par l'objet 3, atteint un miroir 7 qui renvoie cette partie de faisceau en direction de l'émetteur 1, ledit émetteur étant accouplé avec un photorécepteur 5. Pour balayer tout le champ occupé par l'objet 3, l'émetteur 1 et le photorécepteur 5 auquel il est accouplé, subissent un mouvement symbolisé par la flèche F3. On a prévu que le miroir 7 soit suffisamment grand pour permettre le balayage de la totalité du champ occupé par l'objet 3. Le repérage de la position du faisceau, peut avantageusement s'effectuer au moyen des bordures d'extrémité du miroir 7.

Sur la figure 3, on a représenté une réalisation pratique de la variante correspondant au schéma de principe de la figure 2. On voit que l'objet 3 est porté par un plan-support 6. L'émetteur 8 du dispositif est accouplé à un photorécepteur ; l'émetteur envoie dans un système optique 9 appelé "anamorphoseur" un faisceau de lumière visible modulé ; ce faisceau est réfléchi sur un miroir tournant 10, entraîné par un moteur 11 autour d'un axe 12 qui est perpendiculaire au plan-support 6. Le système optique 9 permet de concentrer le faisceau en une fente lumineuse 13 disposée sensiblement sur l'objet 3, la densité de lumière et la hauteur de la fente 13 étant réglables. En arrière de l'objet 3, on a disposé un miroir cylindrique 14 à base circulaire ayant pour axe l'axe 12 et correspondant à la totalité du champ balayé par la rotation du miroir 10. La partie du flux lumineux qui n'est pas arrêtée par l'objet 3, soit avant la réflexion sur le miroir 14, soit après, revient sur le photorécepteur ménagé dans le dispositif 8 ; ce photorécepteur produit, pour chaque position de la fente 13, un signal proportionnel au flux lumineux reçu, c'est-à-dire inversement proportionnel à la hauteur du profil de l'objet 3 vu de l'axe 12. Il est clair que le photodétecteur est associé à un démodulateur permettant de ne prendre en considération que l'émission modulée, ce qui évite l'influence des radiations parasites.

Le signal fourni par le photorécepteur est transformé électroniquement dans un convertisseur analogique-numérique pour donner un signal proportionnel à la hauteur du profil de l'objet 3 pour la position de la fente 13 envisagée. La position de la fente 13 est facilement repérée par repérage de la position du rotor du moteur 11. Les informations ainsi obtenues permettent de définir une image du profil de l'objet 3. Cette image peut être utilisée, soit pour comparer la forme de l'objet 3 à une forme de référence en supposant que l'objet 3 a une position bien définie sur son plan-support 6, soit pour repérer la position de l'objet 3 sur son plan-support 6 en supposant que ledit objet a une forme bien déterminée.

Il convient de noter que l'image que l'on obtient du profil de l'objet 3 au moyen du détecteur selon l'invention, peut être assez différente du profil lui-même. Sur la figure 4a, on a représenté le profil réel d'une bille 30 placée sur son plan-support 6 ; sur la figure 4b, on a représenté l'image 31 obtenue au moyen du détecteur selon l'invention. L'image 31 suffit pour comparer le diamètre de la bille 30 ou sa sphéricité au diamètre ou à la sphéricité d'une bille de référence. L'obtention de deux images analogues à l'image 31 obtenue pour deux positions de l'axe 12, permet de définir la position du centre de la bille 30 vue en projection sur le plan-support 6. Sur la figure 5a, on a représenté une pièce de révolution 32 usinée sur un tour ; la figure 5b représente l'image 33 du profil de la pièce 32 mise entre pointes et examinée avec le détecteur de la figure 3.

Il est bien entendu que les modes de réalisation ci-dessus décrits ne sont aucunement limitatifs et pourront donner lieu à toutes modifications désirables, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

RE V E N D I C A T I O N S

1 - Détecteur de profil opticoélectronique, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- a) un émetteur de faisceau lumineux ;
- 5 b) un dispositif optique permettant de conformer le faisceau lumineux pour obtenir une image en forme de fente lumineuse au voisinage de l'objet opaque à examiner, ladite fente ayant une hauteur supérieure à la hauteur maximum de l'objet dans le sens de la grande longueur de la fente ;
- 10 c) un dispositif de déplacement de la fente lumineuse, sensiblement parallèlement à un plan perpendiculaire à la grande dimension de la fente dans tout le champ occupé par l'objet à examiner, ce dispositif de déplacement permettant un repérage de la position du faisceau dans le champ balayé ;
- 15 d) un photodétecteur-récepteur du flux lumineux subsistant dans le faisceau au delà de l'objet par rapport à l'émetteur ;
- e) un étage de traitement électronique des indications fournies par le photodétecteur, cet étage alimentant un dispositif d'exploitation des signaux obtenus.
- 20 2 - Détecteur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le photodétecteur-récepteur est disposé sur le trajet du faisceau lumineux du côté de l'objet où ne se trouve pas l'émetteur.
- 3 - Détecteur selon la revendication 1, caractérisé par
- 25 le fait que le photodétecteur-récepteur est disposé sur le trajet du faisceau lumineux, du même côté de l'objet de l'émetteur, un moyen réfléchissant étant disposé du côté de l'objet où ne se trouve pas l'émetteur.
- 4 - Détecteur selon la revendication 3, caractérisé par
- 30 le fait que le moyen réfléchissant est un miroir ou un cataphote s'étendant dans un champ plus grand que celui occupé par l'objet vu à partir de l'émetteur.
- 5 - Détecteur selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les bords du moyen réfléchissant constituent des références de positionnement pour repérer la position du faisceau par
- 35 rapport au plan-support de l'objet.
- 6 - Détecteur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le dispositif de déplacement de la fente lumineuse est constitué d'un miroir tournant autour d'un axe, de
- 40 préférence perpendiculaire au plan-support de l'objet.

7 - Détecteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que l'étage de traitement électronique des indications fournies par le photodétecteur-récepteur comporte un étage d'amplifications associé à un convertisseur analogique-numérique.

8 - Détecteur selon la revendication 7, caractérisé par le fait que le dispositif d'exploitation alimenté par l'étage de traitement électronique est, soit un restituteur graphique, soit un ensemble de mémoires destiné au stockage des valeurs numériques proportionnelles au flux lumineux reçu par le photorécepteur, ces valeurs étant associées chacune à la valeur d'un paramètre de repérage de la position du faisceau lumineux.

9 - Utilisation d'un détecteur selon l'une des revendications 1 à 8 pour le repérage de position sur un plan-support d'un objet de forme déterminée, caractérisé par le fait que l'on stocke en mémoire, dans un calculateur approprié, les caractéristiques des images des profils correspondant aux diverses positions possibles de l'objet à examiner et obtenues avec le détecteur selon l'invention pour deux positions prédéterminées de l'émetteur de faisceau par rapport au plan-support de l'objet à examiner, ces deux positions prédéterminées de l'émetteur pouvant avantageusement définir un angle dièdre sensiblement droit ayant comme arête la droite passant par le centre de gravité de l'objet et perpendiculaire au plan-support ; que l'on compare ensuite les deux images de profil obtenues pour une position indéterminée de l'objet à partir des mêmes positions du détecteur, aux images de profil stockées en mémoire et correspondant à des positions prédéterminées de l'objet ; et que l'on en déduit la position de l'objet sur son plan-support.

10 - Utilisation d'un détecteur selon l'une des revendications 1 à 8 pour le contrôle de la forme d'un objet ayant une position donnée sur son plan-support, caractérisé par le fait que l'on stocke en mémoire, dans un calculateur approprié, les caractéristiques de l'image d'au moins un profil de l'objet de référence obtenu avec un détecteur selon l'invention ; que l'on compare aux caractéristiques commercialisées les caractéristiques de l'image d'au moins un profil de l'objet à examiner obtenu avec le détecteur selon l'invention pour une même position de l'émetteur ; et que l'on en déduit les écarts de forme existant entre l'objet à examiner et l'objet de référence.

